

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-151754

(43)Date of publication of application : 24.05.2002

(51)Int.Cl.

H01L 41/09
H01L 41/18
H01L 41/187
H01L 41/22
H03H 3/02
H03H 9/17

(21)Application number : 2000-348009

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 15.11.2000

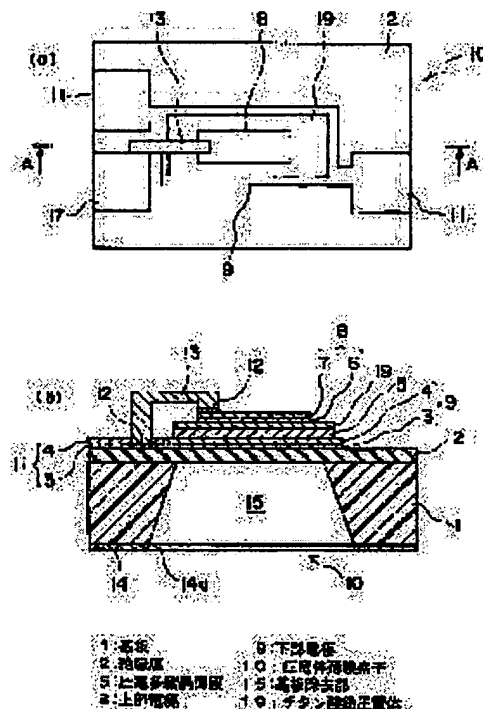
(72)Inventor : YAMADA AKIRA
MAEDA CHISAKO
MIYASHITA SHOJI

(54) PIEZOELECTRIC THIN FILM ELEMENT AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a piezoelectric thin film element that can be suppressed in electrical loss and characteristic deterioration by suppressing the scattering of elastic waves, and to provide a method of manufacturing the element.

SOLUTION: The piezoelectric thin film element is constituted of at least a first piezoelectric material, a second piezoelectric material or a dielectric material, and electrodes. In this thin film element, an intermediate smooth layer composed of the second piezoelectric material or dielectric material is formed between the first piezoelectric material and the electrode formed on the first piezoelectric material, by applying a solution containing the component of the second piezoelectric material or dielectric material to the surface of the first piezoelectric material and heat-treating the solution. The mean surface roughness of the second piezoelectric material or dielectric material is adjusted to $\leq 1/100$ of the wavelength of the elastic wave which resonates in the first and second piezoelectric materials and dielectric material.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-151754

(P 2002-151754A)

(43) 公開日 平成14年5月24日 (2002. 5. 24)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 1 L	41/09	H 0 3 H	3/02 B 5J108
	41/18		9/17 F
	41/187	H 0 1 L	41/08 C
	41/22	41/18	1 0 1 A
H 0 3 H	3/02		1 0 1 B
審査請求	未請求	請求項の数 5	OL (全 8 頁)
			最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-348009 (P2000-348009)

(22) 出願日 平成12年11月15日 (2000. 11. 15)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 山田 朗

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72) 発明者 前田 智佐子

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(74) 代理人 100062144

弁理士 青山 葆 (外1名)

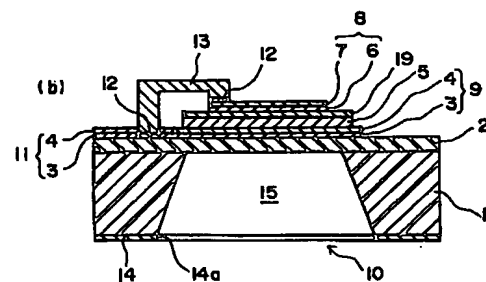
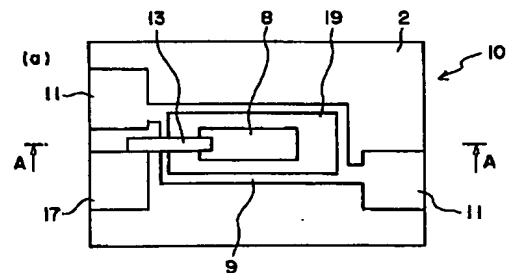
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電体薄膜素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 弾性波の散乱を抑制し、電気損失及び特性劣化を抑制し得る圧電薄膜素子及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 少なくとも第1の圧電体と第2の圧電体又は誘電体と電極とから構成される圧電体薄膜素子において、該第1の圧電体の表面上に第2の圧電体又は誘電体となる成分の溶液を塗布し、熱処理することにより、上記第1の圧電体とその上側に形成される電極との間に、第2の圧電体又は誘電体からなる中間平滑化層を形成する。第2の圧電体又は誘電体の表面の平均粗さは、上記第1の圧電体及び第2の圧電体並びに誘電体中で共振する弾性波波長の $1/100$ 以下である。



1: 基板
2: 底電極
3: 圧電多結晶薄膜
4: 上部電極
5: 下部電極
6: 圧電多結晶薄膜
7: 圧電多結晶薄膜
8: 上部電極
9: 下部電極
10: 圧電体薄膜素子
11: 基板除去部
12: チタン酸圧電体

【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも第1の圧電体と第2の圧電体又は誘電体と電極とから構成される圧電体薄膜素子において、上記第1の圧電体とその上側に形成される電極との間に、第2の圧電体又は誘電体からなる中間平滑化層が形成されてなることを特徴とする圧電体薄膜素子。

【請求項2】 上記第2の圧電体が、その主要構成成分を上記第1の圧電体と同一とすることを特徴とする請求項1記載の圧電体薄膜素子。

【請求項3】 上記第2の圧電体又は誘電体の表面の平均粗さが、上記第1の圧電体及び第2の圧電体並びに誘電体中で共振する弾性波波長の $1/100$ 以下であることを特徴とする請求項1又は2に記載の圧電体薄膜素子。

【請求項4】 上記第1及び第2の圧電体が、チタン酸鉛、チタン酸ジルコン酸鉛、酸化亜鉛、窒化アルミニウム、ニオブ酸リチウム、ニオブ酸カリウム、タンタル酸リチウム、チタン酸バリウム、チタン酸ビスマスのうちのいずれかを主要成分として含有することを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の薄膜素子。

【請求項5】 請求項1～4のいずれかに記載の圧電体薄膜素子の製造方法において、上記第1の圧電体を形成した上で、該第1の圧電体の表面上に第2の圧電体又は誘電体となる成分の溶液を塗布し、熱処理することを特徴とする圧電体薄膜素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば発信器やフィルタ等の各種機器に適用可能な圧電体薄膜素子及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、例えば通信用高周波フィルタ、発信器、フィルタ又はアクチュエータ若しくはモータ等の各種デバイスに、薄膜状に形成される圧電体が組み込まれた圧電体薄膜素子を適用する試みが盛んになされており、現在では、そのいくつかが実用化に至っている。圧電体薄膜素子を用いたデバイスのなかで、高周波フィルタや発信器の多くは、圧電体薄膜素子に電圧を印加することに伴ない、その圧電体に機械的な歪み、伸縮が起こることにより生ずる弾性波を応用するものである。かかる弾性波の種類によりデバイス構成は異なる。すなわち、圧電体の表面を伝わる波（いわゆる弾性表面波）を用いる場合、例えば圧電体の表面に櫛形の交互電極を形成する構成が採用され、これに電圧を印加して弾性波を励振させる。他方、圧電体の内部を伝わる波（いわゆるバルク波）を用いる場合には、圧電体の両側を電極で挟み込んだ構成が採用される。バルク波を用いる構成において、その共振周波数は、圧電体、電極及びこれらを支持する構造を備えた膜の構成で決定される。動作的に良好な圧

電体薄膜素子を実現するには、動作領域内での電氣的及び機械的損失を抑制して、いかに効率良く薄膜状の圧電体を機能させるかが重要となる。

【0003】 例えば特開平6-350154号公報には、圧電体として、PZT（チタンジルコン酸鉛）薄膜を用い、その上下に白金電極を配設し、動作領域下の基板が除去された構造が開示されている。これに関連して、かかる構造を有する圧電体薄膜素子を、図5に示す。図5の（a）及び（b）は、それぞれ、圧電体薄膜素子の平面図及び図5の（a）におけるE-E線に沿った縦断面説明図である。この圧電体薄膜素子60の製造に際し、まず、＜100＞シリコン単結晶からなる基板61上に、膜厚約200nmの窒化シリコン膜からなる絶縁膜62が、プラズマCVD（Chemical vapour deposition）法により形成される。絶縁膜62上には、RFスパッタ法により蒸着されてなる膜厚約30nmのチタン膜63および膜厚約70nmの白金膜64の2層構造を有する下部電極69用の薄膜が形成される。

【0004】 次に、下部電極69用の薄膜上には、膜厚約1 μ mのチタン酸鉛圧電多結晶薄膜（以下、圧電薄膜という）65が、スパッタ法により形成される。この圧電薄膜65上には、上記RFスパッタ法と同様にチタン膜66及び白金膜67が蒸着され、リフトオフ法を用いて上部電極68が形成される。その後、圧電薄膜65がエッチングされることにより、パターンが形成される。更に、イオンミリング法により下部電極69用の薄膜の不要部分がエッチング除去されて、下部電極69が形成される。また、これと同時に、基板61上の圧電薄膜68以外の領域において、上部電極用パッド70および下部電極用パッド71、並びに、下部電極69と下部電極用パッド71との接続部も形成される。

【0005】 その後、レジスト形成された上で、上部電極68の上面及び上部電極用パッド70の上面に、チタン／金架橋ベース部62が蒸着により形成される。更に、金メッキ後、レジストの除去により、上部電極68と上部電極用パッド70との間に架橋73が形成され、上部構造の形成が完了する。このようにして上部構造が完成された基板は、その後、ガラス板に固定され、ワックスによりその上面が研磨され、その厚さが約200ミクロンとされる。そして、基板61を除去する際のマスクとして、スパッタ法によりチタン膜74が基板61の下面側に形成され、このチタン膜74に、基板エッチングのための開口部74aが形成される。その後、異方性エッチングにより、開口部74aから基板61が溶解されて、基板除去部75が形成される。以上で、薄膜状に形成された圧電体が組み込まれる圧電体薄膜素子の製造が完了する。

【0006】 この圧電体薄膜素子において、弾性波の反射面は、絶縁膜62と大気との界面、及び、上部電極68と大気との界面となる。表面粗度が出やすく、弾性波

の散乱が生じ易いのは上部電極 68 と大気との界面であり、この粗度は、圧電薄膜 65 の表面粗度でほぼ決定される。この場合の圧電薄膜 65 の平均表面粗さを原子間力顕微鏡で測定したところ、260 Å であった。また、この素子の共振挙動より圧電薄膜 65 中の波長は、約 2000 Å と見積もることができ、この場合、表面粗さと弾性波波長との関係は 1.3% ($> 1/100$) であり、損失の逆数である素子の Q 値は 40 であった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、効率良く薄膜状の圧電体を機能させるべく、圧電体薄膜素子では、通常、弾性波が伝わる伝搬面や弾性波が反射する面が平滑であることが望ましいとされる。平滑でない場合には、この面を伝搬する際に若しくは反射する際に、弾性波がその面で散乱を起し、損失の増大が生ずる恐れがある。以下の説明では、反射面についてのみ記述する。電氣的及び機械的損失に対して影響する反射面の粗さは、圧電体薄膜素子が用いる弾性波の波長に依存するものである。粗さが、弾性波波長に対して、十分に小さいものであれば、上記電氣的及び機械的損失に対する影響は、他の因子が及ぼす影響に比べて、ほとんど無視し得るレベルとなる。この場合、粗さ又は粗度は、平均的な粗さをさすものとする。

【0008】図 5 を参照して説明したように薄膜状の圧電体として多結晶体を用いる場合には、各粒子ごとに成長速度が異なるため、圧電体表面において数百 Å 程度の凹凸が生じ易い。電氣的及び機械的損失が大きい場合には、表面粗さの影響が比較的表れにくい、電氣的及び機械的損失が小さくなると、圧電体表面の凹凸の影響が出てくる。従って、高周波で用いる電氣的及び機械的な損失の少ない圧電体薄膜素子を得るためには、反射面の凹凸を小さくする必要がある。圧電体の材質は電気-機械エネルギーの変換材質である。入力電気信号を、機械的振動（弾性波）に変換し、この弾性波を応用して、種々の動作をおこし、最終的に、再度、弾性波（機械的振動）を電気信号に変換して出力することとなる。故に、弾性波の散乱や損失は、電氣的な損失や特性劣化に直接的に繋がることとなる。

【0009】本発明は、上記技術的課題に鑑みてなされたもので、弾性波の散乱を抑制し、電気損失及び特性劣化を抑制し得る圧電薄膜素子及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本願の第 1 の発明は、少なくとも第 1 の圧電体と第 2 の圧電体又は誘電体と電極とから構成される圧電体薄膜素子において、上記第 1 の圧電体とその上側に形成される電極との間に、第 2 の圧電体又は誘電体からなる中間平滑化層が形成されてなることを特徴としたものである。

【0011】また、本願の第 2 の発明は、上記第 1 の発

明において、上記第 2 の圧電体が、その主要構成成分を上記第 1 の圧電体と同一とすることを特徴としたものである。

【0012】更に、本願の第 3 の発明は、上記第 1 又は第 2 の発明において、上記第 2 の圧電体又は誘電体の表面の平均粗さが、上記第 1 の圧電体及び第 2 の圧電体並びに誘電体中で共振する弾性波波長の $1/100$ 以下であることを特徴としたものである。

【0013】また、更に、本願の第 4 の発明は、上記第 1 ~ 第 3 の発明のいずれか一において、上記第 1 及び第 2 の圧電体が、チタン酸鉛、チタン酸ジルコン酸鉛、酸化亜鉛、窒化アルミニウム、ニオブ酸リチウム、ニオブ酸カリウム、タンタル酸リチウム、チタン酸バリウム、チタン酸ビスマスのうちのいずれかを主要成分として含有することを特徴としたものである。

【0014】また、更に、本願の第 5 の発明は、上記第 1 ~ 第 4 の発明のいずれか一に記載の圧電体薄膜素子の製造方法において、上記第 1 の圧電体を形成した上で、該第 1 の圧電体の表面上に第 2 の圧電体又は誘電体となる成分の溶液を塗布し、熱処理することを特徴としたものである。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照しながら説明する。

実施の形態 1. 図 1 の (a) 及び (b) は、それぞれ、本発明の実施の形態 1 に係る圧電体薄膜素子の平面図および図 1 の (a) の A-A 線に沿った縦断面説明図である。この圧電体薄膜素子 10 は、基本的に、第 1 の圧電体と第 2 の圧電体又は誘電体と電極とから構成されるもので、該第 1 の圧電体と電極との間に、第 2 の圧電体又は誘電体からなる中間平滑化層が形成されてなることを特徴とするものである。かかる圧電体薄膜素子 10 の製造に際し、まず、 $<100>$ シリコン単結晶からなる基板 1 上に、膜厚約 200 nm の窒化シリコン膜からなる絶縁膜 2 が形成される。この絶縁膜 2 は、反応ガスとしてシラン及びアンモニアガスを用い、成膜温度 300℃ としたプラズマ CVD (Chemical vapour deposition) 法により成形されるものである。絶縁膜 2 上には、成膜温度 600℃ とした RF スパッタ法により蒸着されてなる膜厚約 30 nm のチタン膜 3 および膜厚約 70 nm の白金膜 4 の 2 層構造を有する下部電極 9 用の薄膜が形成される。

【0016】次に、下部電極 9 用の薄膜上には、鉛原子 20% の鉛過剰としたチタン酸鉛焼結体よりなるターゲットを用いて、アルゴンガス 90% 及び酸素ガス 10% からなる混合ガス中の成膜圧力を 1 Pa (パスカル) とした、また、基板温度 600℃ としたスパッタ法により、チタン酸鉛からなる圧電多結晶薄膜（特許請求の範囲における「第 1 の圧電体」に該当する。以下、圧電薄膜という）5 が形成される。この実施の形態 1 では、か

かる圧電薄膜5を形成した上で、鉛(Pb)とチタン(Ti)の元素含有量の比が $Pb/Ti=1.2$ であるゾルゲル液が、基板回転数5000rpm(回転/分)で圧電薄膜5上にコーティングされる。ゾルゲル液でコーティングされた基板は、400℃のホットプレート上に乗せることによって急加熱され、30分間保持することにより、予備焼成が行なわれる。更に、この基板1が大気中で650℃で30分間保持されることにより、本焼成が行なわれ、その結果、チタン酸鉛からなる圧電体(特許請求の範囲における「第2の圧電体」に該当する。以下、チタン酸鉛圧電体という)19が得られる。このように、熱処理用のしかるべき処理を施した後に、第2の圧電体を形成し得る溶液状の原料液を塗布することにより、薄膜表面が平滑化されることになる。なお、塗布の手法としては、上記したスピンコーティングする方法の他に、試料の状況に応じて、上記原料溶液中に浸漬する方法、又は、スプレー状に噴霧コーティングする方法等の他の方法を用いることができる。

【0017】更に、チタン酸鉛圧電体19上には、前述したRFスパッタ法と同様にチタン膜6及び白金膜7が蒸着され、リフトオフ法を用いて上部電極8が形成される。その後、圧電多結晶薄膜5及びチタン酸鉛圧電体19がレジストマスクにより塩酸と硝酸の混酸溶液でエッチングされることにより、パターンが形成される。更に、イオンミリング法により下部電極9用の薄膜の不要部分がエッチング除去されて、下部電極9が形成される。また、これと同時に、基板1上の圧電多結晶薄膜5及びチタン酸鉛圧電体19以外の領域において、下部電極用パッド11及び上部電極用パッド17、並びに、下部電極9と下部電極用パッド11との接続部も形成される。

【0018】その後、レジスト形成された上で、上部電極8の上面及び上部電極用パッド17の上面に、チタン/金架橋ベース12が蒸着により形成される。更に、金メッキ後、レジストの除去により、上部電極8と上部電極用パッド17との間に架橋13が形成され、上部構造の形成が完了する。このようにして上部構造が完成された基板は、その上面側でワックスによりガラス板に固定された上で研磨されて、その厚さが約200ミクロンとされる。そして、基板1を除去する際のマスクとして、スパッタ法によりチタン膜14が基板1の下面側に形成され、このチタン膜14に、基板エッチングのための開口部14aが形成される。その後、70℃、5wt%水酸化カリウムによる異方性エッチングにより、開口部14aから基板1が溶解されて、基板除去部15が形成される。以上で、薄膜状に形成された圧電体が組み込まれる圧電体薄膜素子10の製造が完了する。

【0019】このように、圧電体薄膜素子10では、圧電薄膜5とその上側に形成される上部電極8との間に、中間平滑化層となる圧電体19が形成され、表面の凹凸

の平滑化が図られる。製造された圧電体薄膜素子10の表面粗さを原子間力顕微鏡にて測定したところ、その平均粗さは160Åであり、図5を参照して説明した従来例と比較して、表面粗さが大きく改善されていることが分かった。また、破断面を高分解能SEM(走査型電子顕微鏡)により観察したところ、チタン酸鉛圧電体19の存在が確認され、その破断面の組織は結晶質を示すものであった。更に、そのチタン酸鉛圧電体19の厚さは約220Åであった。なお、この場合には、チタン酸鉛圧電体19の形成までを同構成及び同手法により行った試料を作製し、X線回折図形の測定を行った。これは、素子の状態では、面積が小さくX線回折の測定ができないためである。このX線回折測定からは、下部電極9及びシリコンからなる基板1に起因するピークを除くと、ペロブスカイト型構造を有するチタン酸鉛に相当する回折ピークのみ観察され、下側の層(圧電多結晶薄膜5)とともに、上側の層(チタン酸鉛圧電体19)においてもチタン酸鉛が成形され、圧電体となっていることが推察された。そして、圧電体薄膜素子10の表面粗さは弾性波波長の0.8%($<1/100$)で、損失の逆数である素子のQ値は90であった。有効な表面粗さの程度は、それに対する影響の程度が圧電材質のQ値(1/損失)にも依存しており、一義的に定義することは容易ではないが、概略、弾性波反射面の粗さが、圧電体中を伝搬する弾性波の波長の望ましくは1%以下($\leq 1/100$)、好適には0.5%以下程度となると、その影響は小さくなることが知られている。

【0020】ところで、下側の層を構成する第1の圧電体及び上側の層を構成する第2の圧電体について、それらの膜質が異なる場合には、両圧電体の界面における伝搬条件としての連続性が悪くなり、散乱が十分に抑制できなくなる可能性がある。また、第2の圧電体側で電気的膜質が大きく異なる場合には、印加電界が第2の圧電体に集中し、第1の圧電体に十分に印加されないなどの不具合が生ずる可能性がある。かかる観点からすると、この実施の形態1でみられるように、第2の圧電体であるチタン酸鉛圧電体19が、第1の圧電体である圧電薄膜5とその主要構成成分を同一とする、すなわち、同じ膜質からなり、その結果、両圧電体の界面において良好な連続性を確保することができ、その界面における散乱を十分に抑制することが可能となる。なお、ここで、「膜質」とは、主に機械的及び電気的な性質をさす。

【0021】また、第2の圧電体においては、第1の圧電体と同等の圧電性をもたせることができれば、素子の電気特性的には最も好ましいが、それに準ずる特性であってもよい。また、全く同一の材質ではなくとも構成主要元素を同一又は類似の構成とすれば比較的類似した膜質を得ることが可能となる。更に、結晶構造について類似した構造を用いることによっても、比較的類似した膜質を得ることができる。

10

20

30

40

50

【0022】なお、この実施の形態1では、第2の圧電体の材質として、チタン酸鉛が用いられたが、これに限定されることなく、圧電性を有すれば、いかなる材質を用いてもよい。工業的に利用する際には、圧電性の優れた鉛を含有した圧電性材質が有用であり、特にチタン酸鉛及びその関連化合物、チタン酸ジルコン酸鉛及びその関連化合物が有用である。その他にも、チタン酸ビスマス、タンタル酸ストロンチウムビスマス等、また、その関連化合物である層状ペロブスカイト構造を有する化合物、高周波用途として有望なニオブ酸リチウム、タンタル酸カリウム、ニオブ酸カリウムなどのアルカリ金属とニオブ酸或いはタンタル酸化合物が、第2の圧電体の材質として有用である。更に、薄膜化することの比較的容易な圧電体である窒化アルミニウム、酸化亜鉛も有用である。また、圧電体薄膜素子10に含まれる構成を形成する手法としては、様々な手段によるスパッタ法やCVD法、蒸着法、析出法などがあるが、多結晶状態で成長するような薄膜においては、薄膜の表面形態が不揃いになりやすく、何れの手法の膜に対しても有効である。

【0023】次に、本発明の別の実施の形態について説明する。なお、以下の説明では、上記実施の形態1における場合と同じものについては、同一の符号を付し、それ以上の説明を省略する。

実施の形態2。図2の(a)は、本発明の実施の形態2に係る圧電体薄膜素子の平面図である。図2の(b)は、図2の(a)のB-B線に沿った縦断面説明図である。この圧電体薄膜素子20は、上記実施の形態1における場合と同様に製造されるもので、この実施の形態2では、第1の圧電体であるチタン酸鉛圧電薄膜5を形成した後、この圧電薄膜5上に、エチルシリケートの加水分解液が塗布されて、基板回転数5000rpmにてコーティングされる。その後、コーティングされた基板1を、100℃のホットプレート上に乗せて乾燥させ、この基板1を大気中にて650℃にて30分間保持することにより焼成が行なわれる。これにより、酸化シリコンよりなる誘電体26が得られる。

【0024】このように、圧電体薄膜素子20では、圧電薄膜5とその上側に形成される上部電極8との間に、中間平滑化層となる誘電体26が形成され、表面の凹凸の平滑化が図られる。製造された圧電薄膜素子20の表面粗さを実施の形態1における場合と同様にして測定したところ、その平均粗さは200Åであり、図5を参照して説明した従来例に比べて、表面粗さが改善されていることが分かった。破断面を高分解能SEMにより観察を行ったところ、第2の誘電体層の厚さは約180Åであった。このときの表面粗さは波長の1.0%であり、損失の逆数である素子のQ値は70であった。

【0025】実施の形態3。図3の(a)及び(b)は、本発明の実施の形態3に係る圧電体薄膜素子の平面図及び図3の(a)のC-C線に沿った縦断面説明図で

ある。この圧電体薄膜素子30は、基本的には上記実施の形態1と同様に製造されるもので、この実施の形態3では、第1の圧電体であるチタン酸鉛圧電薄膜5を形成した後、この圧電薄膜5上に、亜鉛を含有するゾルゲル液が、基板回転数5000rpm(回転/分)でコーティングされる。その後、ゾルゲル液でコーティングされた基板を、100℃のホットプレート上に乗せることによって急加熱させ、大気中にて400℃で30分間保持することにより、焼成が行なわれる。その結果、酸化亜鉛からなる圧電体36が得られる。

【0026】このように、圧電体薄膜素子30では、圧電薄膜5とその上側に形成される上部電極8との間に、中間平滑化層となる酸化亜鉛圧電体36が形成され、表面の凹凸の平滑化が図られる。製造された圧電体薄膜素子30の表面粗さを実施の形態1における場合と同様にして測定したところ、その平均粗さは190Åであり、図5を参照して説明した従来例に比べて、表面粗さが改善されていることが分かった。破断面を高分解能SEMにより観察を行ったところ、第2の圧電体の厚さは約200Åであった。このときの表面粗さは波長の0.95%(<1/100)であり、損失の逆数である素子のQ値は75であった。

【0027】実施の形態4。図4の(a)及び(b)は、本発明の実施の形態4に係る圧電体薄膜素子の平面図および図4の(a)のD-D線に沿った縦断面説明図である。この圧電体薄膜素子40は、その下部電極9の形成まで、上記実施の形態1における場合と同様にして製造されるもので、この実施の形態4では、第1の圧電体として、RFマグネトロンスパッタ法により、基板温度400℃、酸素100%の条件下で、酸化亜鉛薄膜42が形成される。その後、亜鉛を含有するゾルゲル液が、基板回転数5000rpmにて酸化亜鉛薄膜42上にコーティングされて、コーティングされた基板1を、100℃のホットプレート上に乗せて乾燥させ、更に、この基板1を、大気中にて400℃にて30分間保持することにより焼成が行なわれる。これにより、酸化亜鉛からなる第2の圧電体44が得られる。

【0028】このように、圧電体薄膜素子40では、第1の圧電体である酸化亜鉛薄膜42とその上側に形成される上部電極8との間に、中間平滑化層となる酸化亜鉛圧電体44が形成され、表面の凹凸の平滑化が図られる。製造された圧電体薄膜素子40の表面粗さは160Åであり、図5を参照して説明した従来例に比べて、表面粗さが改善されていることが分かった。酸化亜鉛薄膜42は、薄膜圧電体として広く検討されており、基板温度を例えば400℃程度に高くすると結晶性は優れたものとなるが、結晶粒子の成長が進み、表面粗さが増大する欠点があった。しかし、この実施の形態4における場合のように、酸化亜鉛薄膜42上に、第2の圧電体である酸化亜鉛圧電体44を形成することにより、表面粗さ

を低減することができる。この素子の破断面を高分解能 SEM により観察を行ったところ、第 2 の圧電体の破面組織は結晶質を示すものであり、第 2 の圧電体の厚さは約 200 Å であった。このときの表面粗さは波長の 0.91% ($<1/100$) であり、損失の逆数である素子の Q 値は 130 であった。

【0029】なお、本発明は、例示された実施の形態に限定されるものでなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、種々の改良及び設計上の変更が可能であることは言うまでもない。

【0030】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本願の請求項 1 の発明によれば、少なくとも第 1 の圧電体と第 2 の圧電体又は誘電体と電極とから構成される圧電体薄膜素子において、上記第 1 の圧電体とその上側に形成される電極との間に、第 2 の圧電体又は誘電体からなる中間平滑化層が形成されてなるため、弾性波の散乱を抑制することができ、これにより、電気損失及び特性劣化を抑制することができる。

【0031】また、本願の請求項 2 の発明によれば、上記第 2 の圧電体が、その主要構成成分を上記第 1 の圧電体と同一とするため、両圧電体の界面において良好な連続性を確保することができ、その界面における散乱を十分に抑制することが可能となる。

【0032】更に、本願の請求項 3 の発明によれば、上記第 2 の圧電体又は誘電体の表面の平均粗さが、上記第 1 の圧電体及び第 2 の圧電体並びに誘電体中で共振する弾性波波長の $1/100$ 以下であるため、電気損失及び特性劣化を十分に抑制することができる。

【0033】また、更に、本願の請求項 4 の発明によれば、上記第 1 及び第 2 の圧電体が、チタン酸鉛、チタン酸ジルコン酸鉛、酸化亜鉛、窒化アルミニウム、ニオブ酸リチウム、ニオブ酸カリウム、タンタル酸リチウム、チタン酸バリウム、チタン酸ビスマスのうちのいずれかを主要成分として含有するため、圧電素子として良好な圧電性を有することができる。

【0034】また、更に、本願の請求項 5 の発明によれば、請求項 1～4 の発明のいずれか一に記載の圧電体薄

膜素子の製造方法において、上記第 1 の圧電体を形成した上で、該第 1 の圧電体の表面上に第 2 の圧電体又は誘電体となる成分の溶液を塗布し、熱処理するため、薄膜表面が平滑化され、弾性波の散乱を抑制することができ、それにより、電気損失及び特性劣化を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 (a) 本発明の実施の形態 1 に係る圧電体薄膜素子の平面図である。

10 (b) 図 1 の (a) の A-A 線に沿った縦断面説明図である。

【図 2】 (a) 本発明の実施の形態 2 に係る圧電体薄膜素子の平面図である。

(b) 図 2 の (a) の B-B 線に沿った縦断面説明図である。

【図 3】 (a) 本発明の実施の形態 3 に係る圧電体薄膜素子の平面図である。

(b) 図 3 の (a) の C-C 線に沿った縦断面説明図である。

20 【図 4】 (a) 本発明の実施の形態 4 に係る圧電体薄膜素子の平面図である。

(b) 図 4 の (a) の D-D 線に沿った縦断面説明図である。

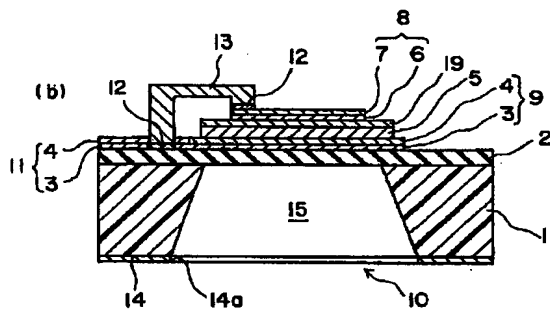
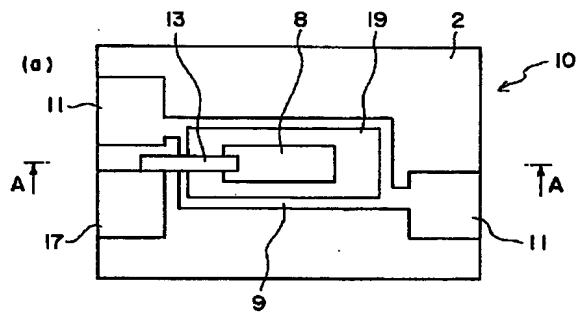
【図 5】 (a) 従来の圧電体薄膜素子の平面図である。

(b) 図 5 の (a) の E-E 線に沿った縦断面説明図である。

【符号の説明】

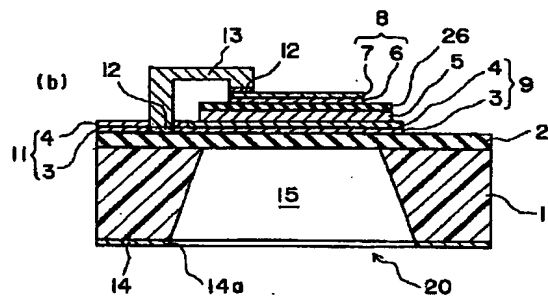
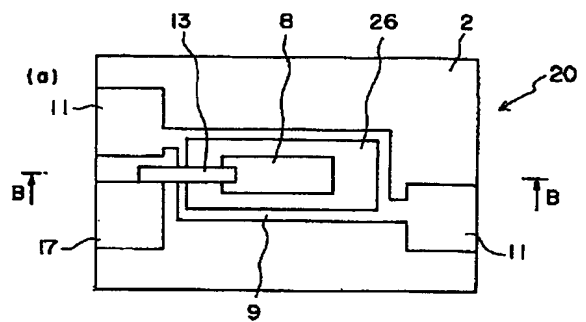
1 基板, 2 絶縁膜, 3 チタン下部電極, 4 白金下部電極, 5 圧電多結晶薄膜, 6 チタン上部電極, 7 白金上部電極, 8 上部電極, 9 下部電極, 10 圧電体薄膜素子, 11 下部電極用パッド, 12 チタン/金架橋ベース, 13 架橋, 14 マスク材, 15 基板除去部, 17 上部電極用パッド, 19 チタン酸鉛圧電体, 26 酸化シリコン圧電体, 36 酸化亜鉛圧電体, 42 第 1 の酸化亜鉛圧電体, 44 第 2 の酸化亜鉛圧電体

【図1】



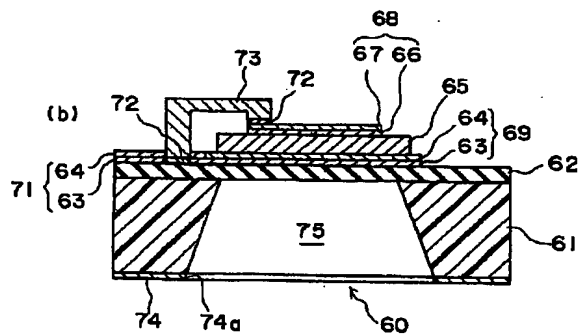
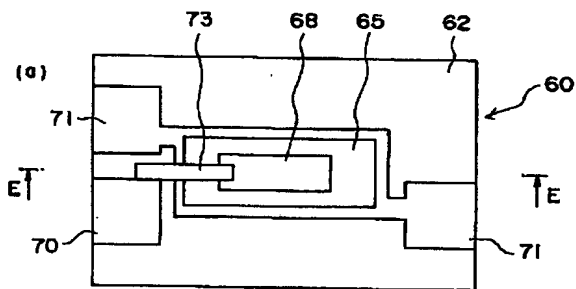
- 1:基板
2:絶縁膜
5:圧電多結晶薄膜
8:上部電極
9:下部電極
10:圧電体薄膜素子
15:基板除去部
19:チタン酸鉛圧電体

【図2】

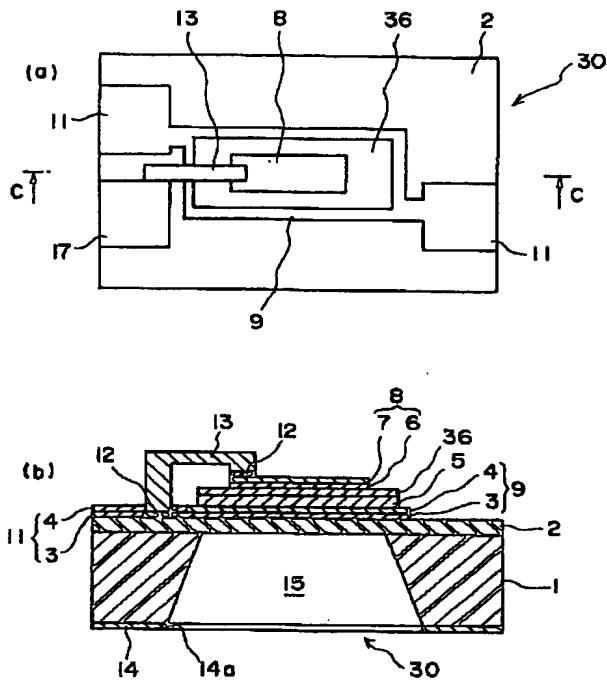


26:酸化シリコン誘電体

【図5】

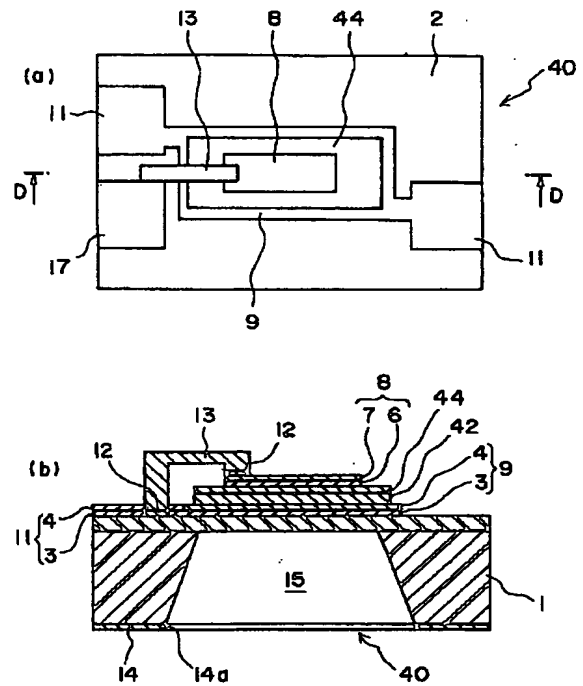


【図 3】



36 : 酸化亜鉛圧電体

【図 4】

42 : 第1の酸化亜鉛圧電体
44 : 第2の酸化亜鉛圧電体

フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷
H03H 9/17

識別記号

F I
H01L 41/18
41/22

テームコード (参考)

101C
101D
Z(72) 発明者 宮下 章志
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内Fターム (参考) 5J108 CC04 EE03 GG03 KK01 KK02
MM01 MM08 MM11

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The piezo electric crystal thin film characterized by coming to form the middle smoothing layer which consists of the 2nd piezo electric crystal or dielectric between the 1st piezo electric crystal of the above, and the electrode formed in the bottom in the piezo electric crystal thin film which consists of the 1st piezo electric crystal, 2nd piezo electric crystal or dielectric, and electrode at least.

[Claim 2] The piezo electric crystal thin film according to claim 1 to which the 2nd piezo electric crystal of the above is characterized by making the main constituent the same as that of the 1st piezo electric crystal of the above.

[Claim 3] The piezo electric crystal thin film according to claim 1 or 2 to which the average of roughness height of the front face of the 2nd piezo electric crystal of the above or a dielectric is characterized by being 1/100 or less [of the elastic wave wavelength which resonates in a dielectric in the 1st piezo electric crystal of the above, and the 2nd piezo electric crystal list].

[Claim 4] The thin film according to claim 1 to 3 to which the 1st and 2nd piezo electric crystals of the above are characterized by containing lead titanate, titanate-acid lead zirconate, a zinc oxide, aluminum nitride, lithium niobate, a niobic acid potassium, lithium tantalate, barium titanate, or the titanate-acid bismuths as a major component.

[Claim 5] The manufacture approach of the piezo electric crystal thin film characterized by applying and heat-treating the solution of the component used as the 2nd piezo electric crystal or a dielectric on the front face of this 1st piezo electric crystal in the manufacture approach of a piezo electric crystal thin film according to claim 1 to 4 after forming the 1st piezo electric crystal of the above.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a piezo electric crystal thin film applicable to various devices and its manufacture approaches, such as a transmitter and a filter.

[0002]

[Description of the Prior Art] The attempt which applies the piezo electric crystal thin film by which the piezo electric crystal formed in the shape of a thin film was built into various devices, such as a high pass filter for recent years, for example, a communication link, a transmitter, a filter, an actuator, or a motor, is made briskly, and the some have resulted in utilization in current. In the device using a piezo electric crystal thin film, many of high pass filters and transmitters are followed on impressing an electrical potential difference to a piezo electric crystal thin film, and the elastic wave produced when a mechanical distortion and telescopic motion take place to the piezo electric crystal is applied. A device configuration changes with classes of this elastic wave. That is, when using the wave (the so-called surface acoustic wave) transmitted in the front face of a piezo electric crystal, the configuration which forms the mutual electrode of Kushigata in the front face of a piezo electric crystal is adopted, an electrical potential difference is impressed to this, and an elastic wave is excited. On the other hand, when using the wave (the so-called bulk wave) transmitted in the interior of a piezo electric crystal, the configuration which put the both sides of a piezo electric crystal with the electrode is adopted. In the configuration using a bulk wave, the resonance frequency is determined with the configuration of the film equipped with the structure which supports a piezo electric crystal, an electrode, and these. In order to realize a piezo electric crystal thin film good in actuation, in an active region, electric and a mechanical loss are controlled and it becomes important how a thin film-like piezo electric crystal is operated efficiently.

[0003] For example, using a PZT (titanium-zirconate lead) thin film as a piezo electric crystal, a platinum electrode is arranged up and down and the structure where the substrate under an active region was removed is indicated by JP, 6-350154, A. In relation to this, the piezo electric crystal thin film which has this structure is shown in drawing 5. (a) of drawing 5 and (b) are the longitudinal-section explanatory views which met the top view of a piezo electric crystal thin film, and the E-E line in (a) of drawing 5, respectively. the insulator layer 62 which consists of a silicon nitride film of about 200nm of thickness first on the substrate 61 which consists of <100> silicon single crystals on the occasion of manufacture of this piezo electric crystal thin film 60 -- plasma CVD (Chemical vapour deposition) -- it is formed of law. On an insulator layer 62, the thin film for lower electrode 69 which has the two-layer structure of the titanium film 63 of about 30nm of thickness which RF spatter comes to vapor-deposit, and the platinum film 64 of about 70nm of thickness is formed.

[0004] Next, on the thin film for lower electrode 69, the lead titanate piezo-electricity polycrystal thin film (henceforth a piezo-electric thin film) 65 of about 1 micrometer of thickness is formed of a spatter. On this piezo-electric thin film 65, the titanium film 66 and the platinum film 67 are vapor-deposited like the above-mentioned RF spatter, and the up electrode 68 is formed using the lift-off method. Then, a pattern is formed by etching the piezo-electric thin film 65. Furthermore, etching removal of the garbage of the thin film for lower electrode 69 is carried out by the ion milling method, and the lower electrode 69 is formed. Moreover, it can come, simultaneously the connection of the lower electrode 69 and the pad 71 for lower electrodes is also formed in the pad 70 for up electrodes and the pad 71 for lower electrodes, and a list in fields other than piezo-electric thin film 68 on a substrate 61.

[0005] Then, after resist formation is carried out, titanium / golden bridge formation base section 62 is formed in the top face of the up electrode 68, and the top face of the pad 70 for up electrodes of vacuum evaporatio. Furthermore, bridge formation 73 is formed between the up electrode 68 and the pad 70 for up electrodes of removal of a resist after gold plate, and formation of a superstructure is completed. Thus, the substrate with which the superstructure was

completed is fixed to a glass plate after that, the top face is ground with a wax, and the thickness is made into about 200 microns. And as a mask at the time of removing a substrate 61, the titanium film 74 is formed in the inferior-surface-of-tongue side of a substrate 61 of a spatter, and opening 74a for substrate etching on this titanium film 74 is formed. Then, of anisotropic etching, a substrate 61 is dissolved from opening 74a, and the substrate removal section 75 is formed. Manufacture of the piezo electric crystal thin film into which the piezo electric crystal formed in the shape of a thin film is built above is completed.

[0006] In this piezo electric crystal thin film, the reflector of an elastic wave turns into an interface of an insulator layer 62 and atmospheric air, and an interface of the up electrode 68 and atmospheric air. It is easy to come out of surface roughness, and it is the interface of the up electrode 68 and atmospheric air which dispersion of an elastic wave tends to produce, and this roughness is mostly determined by the surface roughness of the piezo-electric thin film 65. It was 260Å when the average surface roughness of the piezo-electric thin film 65 in this case was measured with the atomic force microscope. Moreover, the Q value of the component which the wavelength in the piezo-electric thin film 65 can be estimated at about 20000Å from the resonance behavior of this component, and the relation between surface roughness and elastic wave wavelength is 1.3% ($> 1/100$) in this case, and is the inverse number of loss was 40.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in a piezo electric crystal thin film, it is made desirable for the propagation side where an elastic wave is transmitted and the field which an elastic wave reflects to be usually smooth in order to operate a thin film-like piezo electric crystal efficiently. In case this field is spread, or in case it reflects in not being smooth, there is **** from which increase of a lifting and loss produces [an elastic wave] dispersion in respect of the. The following explanation describes only a reflector. The granularity of a reflector which influences to a mechanical loss is electric and a thing depending on the wavelength of the elastic wave which a piezo electric crystal thin film uses. if granularity is small enough to elastic wave wavelength -- the above -- the effect to a mechanical loss serves as electric and level which can almost be disregarded compared with the effect which other factors do. In this case, granularity or roughness shall put average granularity.

[0008] Since growth rates differ for every particle in using the polycrystalline substance as a thin film-like piezo electric crystal, as explained with reference to drawing 5 , in a piezo electric crystal front face, it is easy to produce the irregularity of about hundreds of Å. When [electric and] a mechanical loss is large, effect of surface roughness cannot appear comparatively easily, but if electric and a mechanical loss become small, the effect of the irregularity on the front face of a piezo electric crystal will come out. Therefore, in order to obtain the piezo electric crystal thin film with little electric and mechanical loss used by the RF, it is necessary to make irregularity of a reflector small. The quality of the material of a piezo electric crystal is the conversion quality of the material of electric-mechanical energy. An input electrical signal will be changed into mechanical oscillation (elastic wave), this elastic wave will be applied, various actuation will be caused, and, finally an elastic wave (mechanical oscillation) will be again changed and outputted to an electrical signal. Therefore, dispersion and loss of an elastic wave will lead to electric loss or property degradation directly.

[0009] This invention aims at offering the piezo-electric thin film which was made in view of the above-mentioned technical technical problem, controls dispersion of an elastic wave, and can control electric loss and property degradation, and its manufacture approach.

[0010]

[Means for Solving the Problem] Invention of the 1st of this application is characterized by coming to form the middle smoothing layer which consists of the 2nd piezo electric crystal or dielectric between the 1st piezo electric crystal of the above, and the electrode formed in the bottom in the piezo electric crystal thin film which consists of the 1st piezo electric crystal, 2nd piezo electric crystal or dielectric, and electrode at least.

[0011] Moreover, invention of the 2nd of this application is characterized by the 2nd piezo electric crystal of the above making the main constituent the same as that of the 1st piezo electric crystal of the above in the 1st above-mentioned invention.

[0012] Furthermore, invention of the 3rd of this application is characterized by the average of roughness height of the front face of the 2nd piezo electric crystal of the above or a dielectric being $1/100$ or less [of the elastic wave wavelength which resonates in a dielectric in the 1st piezo electric crystal of the above, and the 2nd piezo electric crystal list] in the 1st or 2nd above-mentioned invention.

[0013] Furthermore, invention of the 4th of this application is characterized by the 1st and 2nd piezo electric crystals of the above containing lead titanate, titanate-acid lead zirconate, a zinc oxide, aluminum nitride, lithium niobate, a niobic acid potassium, lithium tantalate, barium titanate, or the titanate-acid bismuths as a major component in any 1 of the above 1st - the 3rd invention.

[0014] Furthermore, invention of the 5th of this application is characterized by applying and heat-treating the solution of the component used as the 2nd piezo electric crystal or a dielectric on the front face of this 1st piezo electric crystal, after forming the 1st piezo electric crystal of the above in any 1 of the above 1st - the 4th invention in the manufacture approach of the piezo electric crystal thin film a publication.

[0015]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained, referring to an accompanying drawing.

(a) of gestalt 1. drawing 1 of operation and (b) are the longitudinal-section explanatory views which met the top view of the piezo electric crystal thin film concerning the gestalt 1 of operation of this invention, and the A-A line of (a) of drawing 1, respectively. Fundamentally, this piezo electric crystal thin film 10 consists of the 1st piezo electric crystal, 2nd piezo electric crystal or dielectric, and electrode, and is characterized by coming to form the middle smoothing layer which consists of the 2nd piezo electric crystal or dielectric between this 1st piezo electric crystal and an electrode. On the occasion of manufacture of this piezo electric crystal thin film 10, the insulator layer 2 which consists of a silicon nitride film of about 200nm of thickness is first formed on the substrate 1 which consists of <100> silicon single crystals. This insulator layer 2 is fabricated by the plasma-CVD (Chemical vapour deposition) method made into the membrane formation temperature of 300 degrees C, using a silane and ammonia gas as reactant gas. On an insulator layer 2, the thin film for lower electrode 9 which has the two-layer structure of the titanium film 3 of about 30nm of thickness which RF sputter made into the membrane formation temperature of 600 degrees C comes to vapor-deposit, and the platinum film 4 of about 70nm of thickness is formed.

[0016] Next, the piezo-electric polycrystal thin film which consists of lead titanate by the sputter which set to 1Pa (pascal) the membrane formation pressure in the mixed gas which consists of argon gas 90% and 10% of oxygen gas, and made it the substrate temperature of 600 degrees C using the target which consists of a lead titanate sintered compact made superfluous [lead of 20% of lead atoms] on the thin film for lower electrode 9 (it corresponds to the "1st piezo electric crystal" in a claim.) Hereafter, 5 called a piezo-electric thin film is formed. With the gestalt 1 of this operation, after forming this piezo-electric thin film 5, coating of the sol Ringer's injection whose ratio of the element content of lead (Pb) and titanium (Ti) is $Pb/Ti=1.2$ is carried out on the piezo-electric thin film 5 by substrate engine-speed 5000rpm (revolution per minute). Sudden heating of the substrate by which coating was carried out by the sol Ringer's injection is carried out by putting on a 400-degree C hot plate, and preliminary baking is performed by holding for 30 minutes. Furthermore, the piezo electric crystal which this baking is performed, consequently consists of lead titanate by holding this substrate 1 for 30 minutes at 650 degrees C in atmospheric air (it corresponds to the "2nd piezo electric crystal" in a claim.) Hereafter, 19 called a lead titanate piezo electric crystal is obtained. Thus, after performing appropriate processing for heat treatment, a thin film front face will be graduated by applying the raw material liquid of the shape of a solution which can form the 2nd piezo electric crystal. In addition, other approaches, such as the approach of carrying out spraying coating, can be used for the shape of the approach immersed as the technique of spreading according to the situation of a sample into [other than the above-mentioned approach of carrying out spin coating] the above-mentioned raw material solution, or a spray.

[0017] Furthermore, on the lead titanate piezo electric crystal 19, the titanium film 6 and the platinum film 7 are vapor-deposited like RF sputter mentioned above, and the up electrode 8 is formed using the lift-off method. Then, a pattern is formed when the piezo-electric polycrystal thin film 5 and the lead titanate piezo electric crystal 19 are etched by the resist mask with the mixed-acid solution of a hydrochloric acid and a nitric acid. Furthermore, etching removal of the garbage of the thin film for lower electrode 9 is carried out by the ion milling method, and the lower electrode 9 is formed. Moreover, it can come, simultaneously the connection of the lower electrode 9 and the pad 11 for lower electrodes is also formed in the pad 11 for lower electrodes and the pad 17 for up electrodes, and a list in fields other than piezo-electric polycrystal thin film [on a substrate 1] 5, and lead titanate piezo electric crystal 19.

[0018] Then, after resist formation is carried out, titanium / golden bridge formation base 12 is formed in the top face of the up electrode 8, and the top face of the pad 17 for up electrodes of vacuum evaporation. Furthermore, bridge formation 13 is formed between the up electrode 8 and the pad 17 for up electrodes of removal of a resist after gold plate, and formation of a superstructure is completed. Thus, the substrate with which the superstructure was completed is ground after being fixed to a glass plate with a wax by the top-face side, and the thickness is made into about 200 microns. And as a mask at the time of removing a substrate 1, the titanium film 14 is formed in the inferior-surface-of-tongue side of a substrate 1 of a sputter, and opening 14a for substrate etching on this titanium film 14 is formed. Then, of 70 degrees C and the anisotropic etching by the 5wt% potassium hydroxide, a substrate 1 is dissolved from opening 14a, and the substrate removal section 15 is formed. Manufacture of the piezo electric crystal thin film 10 into which the piezo electric crystal formed in the shape of a thin film is built above is completed.

[0019] Thus, in the piezo electric crystal thin film 10, the piezo electric crystal 19 used as a middle smoothing layer is formed between the piezo-electric thin film 5 and the up electrode 8 formed in the bottom, and smoothing of surface irregularity is attained. When the surface roughness of the manufactured piezo electric crystal thin film 10 was measured with the atomic force microscope, the average of roughness height is 160Å, and it turned out that surface roughness is improved greatly as compared with the conventional example explained with reference to drawing 5. Moreover, when the fracture surface was observed by the high resolution SEM (scanning electron microscope), existence of the lead titanate piezo electric crystal 19 was checked, and the organization of the fracture surface was what shows a crystalline substance. Furthermore, the thickness of the lead titanate piezo electric crystal 19 was about 220Å. In addition, the sample which performed even formation of the lead titanate piezo electric crystal 19 by this configuration and this technique was produced in this case, and the X-ray diffraction pattern was measured. This is because area is small and measurement of an X diffraction cannot be performed in the state of a component. From this X diffraction measurement, when the peak resulting from the substrate 1 which consists of a lower electrode 9 and silicon was removed, only the diffraction peak equivalent to the lead titanate which has perovskite type structure was observed, lead titanate was fabricated also in the upper layer (lead titanate piezo electric crystal 19) with the lower layer (piezo-electric polycrystal thin film 5), and it was guessed that it is a piezo electric crystal. And the Q value of the component which the surface roughness of the piezo electric crystal thin film 10 is 0.8% of elastic wave wavelength ($<1/100$), and is the inverse number of loss was 90. Although extent of effective surface roughness is not easy for extent of the effect to it being dependent also on the Q value ($1/\text{loss}$) of the piezo-electric quality of the material, and giving a definition uniquely, if it becomes extent 0.5% or less suitably, it is desirably known [which the effect becomes small] about the wavelength of the elastic wave with which the granularity of an outline and an elastic wave reflector spreads the inside of a piezo electric crystal 1% or less ($\leq 1/100$).

[0020] When those membraneous qualities differ, it may become impossible by the way, for the continuity as propagation conditions in the interface of both piezo electric crystals to worsen, and for dispersion to fully control about the 2nd piezo electric crystal which constitutes the layer of the 1st piezo electric crystal which constitutes a lower layer, and a top. Moreover, when electric membraneous qualities differ greatly by the 2nd piezo electric crystal side, impression electric field may concentrate on the 2nd piezo electric crystal, and the fault of fully not being impressed by the 1st piezo electric crystal may arise. The lead titanate piezo electric crystal 19 which is the 2nd piezo electric crystal makes the same the piezo-electric thin film 5 which is the 1st piezo electric crystal, and its main constituent, i.e., it consists of the same membraneous quality, consequently a good continuity can be secured in the interface of both piezo electric crystals, and it becomes possible [fully controlling dispersion in that interface] so that it may see with the gestalt 1 of this operation, considering this viewpoint. In addition, "membraneous quality" puts a mainly mechanical and electric property here.

[0021] Moreover, in the 2nd piezo electric crystal, although it is the most desirable like an electrical property of a component if it can give piezoelectric [equivalent to the 1st piezo electric crystal], you may be a property according to it. Moreover, even if it is not the same quality of the material at all, it becomes possible about configuration main elements to obtain a same or similar configuration, then comparatively similar membraneous quality. Furthermore, comparatively similar membraneous quality can be obtained also by using the structure which was similar about the crystal structure.

[0022] In addition, with the gestalt 1 of this operation, although lead titanate was used, as long as it has piezoelectric as the quality of the material of the 2nd piezo electric crystal, without being limited to this, what kind of the quality of the material may be used. In case it uses industrially, the piezoelectric quality of the material containing piezoelectric outstanding lead is useful, and lead titanate and its related compound, titanate-acid lead zirconate, and its related compound are especially useful. In addition, alkali metal, niobic acid, or tantalic acid compounds, such as compounds which have the stratified perovskite structure which is the related compound, such as a titanate-acid bismuth and a tantalic acid strontium bismuth, lithium niobate promising as a high frequency application, a tantalic acid potassium, and a niobic acid potassium, are useful as the quality of the material of the 2nd piezo electric crystal. Furthermore, the aluminum nitride and the zinc oxide which are the comparatively easy piezo electric crystal of thin-film-izing are also useful. Moreover, although there are a spatter by various means, a CVD method, vacuum deposition, the depositing method, etc. as the technique of forming the configuration included in the piezo electric crystal thin film 10, in a thin film which grows in the state of polycrystal, the surface type voice of a thin film tends to become irregular, and is effective also to the film of which technique.

[0023] Next, the gestalt of another operation of this invention is explained. In addition, in the following explanation, about the same thing as the case in the gestalt 1 of the above-mentioned implementation, the same sign is attached and explanation beyond it is omitted.

(a) of gestalt 2, drawing 2 of operation is the top view of the piezo electric crystal thin film concerning the gestalt 2 of operation of this invention. (b) of drawing 2 is the longitudinal-section explanatory view which met the B-B line of (a) of drawing 2. This piezo electric crystal thin film 20 is manufactured like the case in the gestalt 1 of the above-mentioned implementation, with the gestalt 2 of this operation, after it forms the lead titanate piezo-electricity thin film 5 which is the 1st piezo electric crystal, the hydrolysis liquid of ethyl silicate is applied on this piezo-electric thin film 5, and coating of it is carried out by substrate engine-speed 5000rpm. Then, the substrate 1 by which coating was carried out is put on a 100-degree C hot plate, and is dried, and baking is performed by holding this substrate 1 for 30 minutes at 650 degrees C in atmospheric air. Thereby, the dielectric 26 which consists of silicon oxide is obtained.

[0024] Thus, in the piezo electric crystal thin film 20, the dielectric 26 used as a middle smoothing layer is formed between the piezo-electric thin film 5 and the up electrode 8 formed in the bottom, and smoothing of surface irregularity is attained. When the surface roughness of the manufactured piezo-electric thin film 20 was measured like the case in the gestalt 1 of operation, the average of roughness height is 200A, and it turned out that surface roughness is improved compared with the conventional example explained with reference to drawing 5. When the fracture surface was observed by the high resolution SEM, the 2nd dielectric layer thickness was about 180A. The Q value of the component which the surface roughness at this time is 1.0% of wavelength, and is the inverse number of loss was 70.

[0025] (a) of gestalt 3, drawing 3 of operation and (b) are the longitudinal-section explanatory views which met the top view of the piezo electric crystal thin film concerning the gestalt 3 of operation of this invention, and the C-C line of (a) of drawing 3. This piezo electric crystal thin film 30 is fundamentally manufactured like the gestalt 1 of the above-mentioned implementation, and with the gestalt 3 of this operation, after forming the lead titanate piezo-electricity thin film 5 which is the 1st piezo electric crystal, coating of the sol Ringer's injection which contains zinc on this piezo-electric thin film 5 is carried out by substrate engine-speed 5000rpm (revolution per minute). Then, baking is performed by carrying out sudden heating of the substrate by which coating was carried out by the sol Ringer's injection, and holding it for 30 minutes at 400 degrees C in atmospheric air by putting on a 100-degree C hot plate. Consequently, the piezo electric crystal 36 which consists of a zinc oxide is obtained.

[0026] Thus, in the piezo electric crystal thin film 30, the zinc-oxide piezo electric crystal 36 used as a middle smoothing layer is formed between the piezo-electric thin film 5 and the up electrode 8 formed in the bottom, and smoothing of surface irregularity is attained. When the surface roughness of the manufactured piezo electric crystal thin film 30 was measured like the case in the gestalt 1 of operation, the average of roughness height is 190A, and it turned out that surface roughness is improved compared with the conventional example explained with reference to drawing 5. When the fracture surface was observed by the high resolution SEM, the thickness of the 2nd piezo electric crystal was about 200A. The Q value of the component which the surface roughness at this time is 0.95% of wavelength ($<1/100$), and is the inverse number of loss was 75.

[0027] (a) of gestalt 4, drawing 4 of operation and (b) are the longitudinal-section explanatory views in alignment with the top view of the piezo electric crystal thin film concerning the gestalt 4 of operation of this invention, and D-D line of (a) of drawing 4. This piezo electric crystal thin film 40 is manufactured like the case in the gestalt 1 of the above-mentioned implementation to formation of that lower electrode 9, and the zinc-oxide thin film 42 is formed by the RF magnetron sputtering method as the 1st piezo electric crystal with the gestalt 4 of this operation under the substrate temperature of 400 degrees C, and conditions of 100% of oxygen. Then, coating is carried out on the zinc oxide thin film 42 in substrate engine-speed 5000rpm, the sol Ringer's injection containing zinc puts the substrate 1 by which coating was carried out on a 100-degree C hot plate, and dries it, and baking is further performed by holding this substrate 1 for 30 minutes at 400 degrees C in atmospheric air. Thereby, the 2nd piezo electric crystal 44 which consists of a zinc oxide is obtained.

[0028] Thus, in the piezo electric crystal thin film 40, the zinc-oxide piezo electric crystal 44 used as a middle smoothing layer is formed between the zinc-oxide thin film 42 which is the 1st piezo electric crystal, and the up electrode 8 formed in the bottom, and smoothing of surface irregularity is attained. The surface roughness of the manufactured piezo electric crystal thin film 40 is 160A, and it turned out that surface roughness is improved compared with the conventional example explained with reference to drawing 5. Although crystallinity became the outstanding thing when the zinc-oxide thin film 42 is widely examined as a thin film piezo electric crystal and substrate temperature was made high at about 400 degrees C, growth of a crystal grain child progressed and there was a fault in which surface roughness increases. However, surface roughness can be reduced by forming the zinc-oxide piezo electric crystal 44 which is the 2nd piezo electric crystal on the zinc-oxide thin film 42 like the case in the gestalt 4 of this operation. When the fracture surface of this component was observed by the high resolution SEM, the fracture surface organization of the 2nd piezo electric crystal shows a crystalline substance, and the thickness of the 2nd piezo electric crystal was about 200A. The Q value of the component which the surface roughness at this time is 0.91% of wavelength ($<1/100$), and is

the inverse number of loss was 130.

[0029] In addition, in the range which this invention is not limited to the gestalt of the illustrated operation, and does not deviate from the summary of this invention, it cannot be overemphasized that various amelioration and modification on a design are possible.

[0030]

[Effect of the Invention] In the piezo electric crystal thin film which consists of the 1st piezo electric crystal, 2nd piezo electric crystal or dielectric, and electrode at least according to invention of claim 1 of this application so that clearly from the above explanation Since it comes to form the middle smoothing layer which consists of the 2nd piezo electric crystal or dielectric between the 1st piezo electric crystal of the above, and the electrode formed in the bottom, dispersion of an elastic wave can be controlled and, thereby, electric loss and property degradation can be controlled.

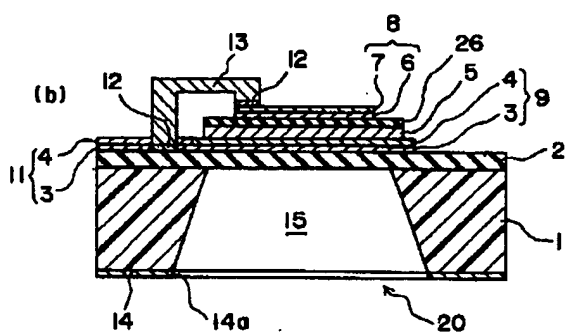
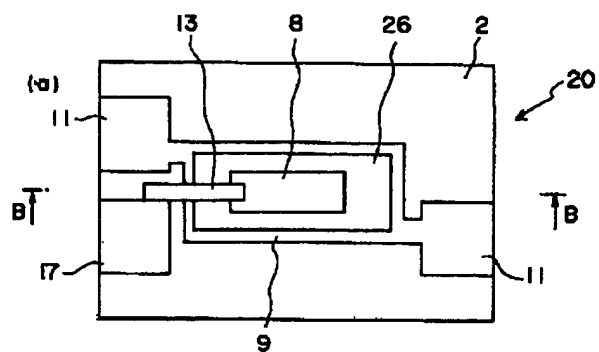
[0031] Moreover, according to invention of claim 2 of this application, in order that the 2nd piezo electric crystal of the above may make the main constituent the same as that of the 1st piezo electric crystal of the above, a good continuity can be secured in the interface of both piezo electric crystals, and it becomes possible to fully control dispersion in the interface.

[0032] Furthermore, since the average of roughness height of the front face of the 2nd piezo electric crystal of the above or a dielectric is $1/100$ or less [of the elastic wave wavelength which resonates in a dielectric in the 1st piezo electric crystal of the above, and the 2nd piezo electric crystal list] according to invention of claim 3 of this application, electric loss and property degradation can fully be controlled.

[0033] Furthermore, according to invention of claim 4 of this application, since the 1st and 2nd piezo electric crystals of the above contain lead titanate, titanate-acid lead zirconate, a zinc oxide, aluminum nitride, lithium niobate, a niobic acid potassium, lithium tantalate, barium titanate, or the titanate-acid bismuths as a major component, it can have piezoelectric [good as a piezoelectric device].

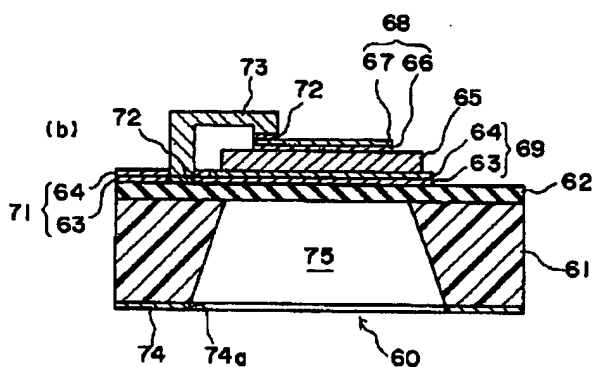
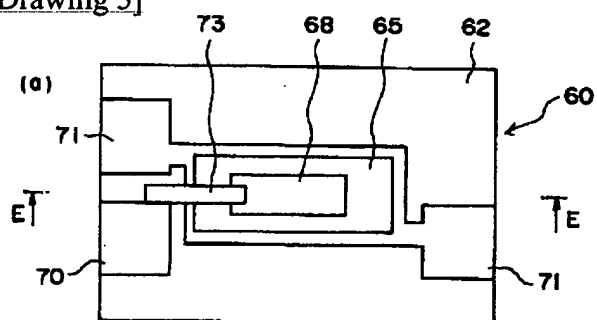
[0034] Furthermore, after forming the 1st piezo electric crystal of the above in any 1 of the invention of claim 1-4 in the manufacture approach of the piezo electric crystal thin film a publication according to invention of claim 5 of this application Since the solution of the component used as the 2nd piezo electric crystal or a dielectric is applied and heat-treated on the front face of this 1st piezo electric crystal, a thin film front face can be graduated, dispersion of an elastic wave can be controlled, and, thereby, electric loss and property degradation can be controlled.

[Translation done.]

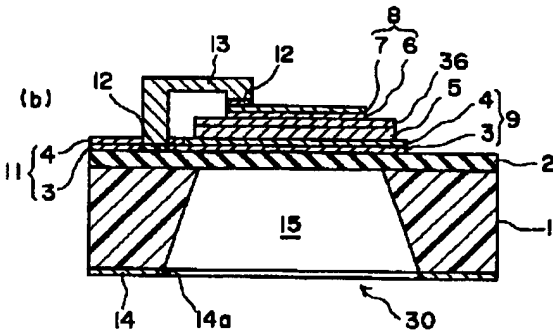
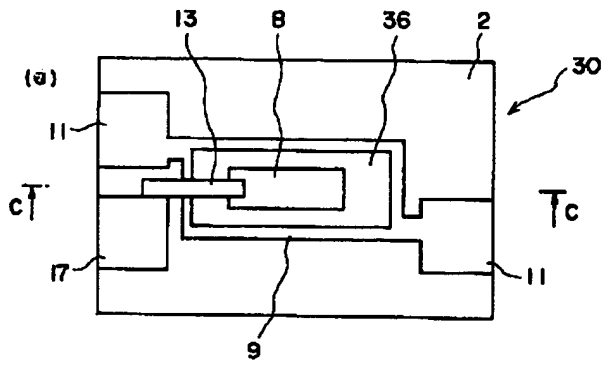


26: 酸化シリコン誘電体

[Drawing 5]

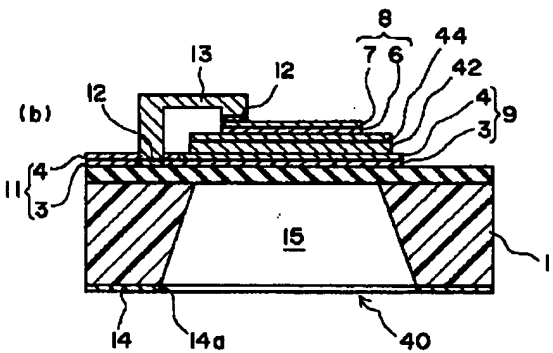
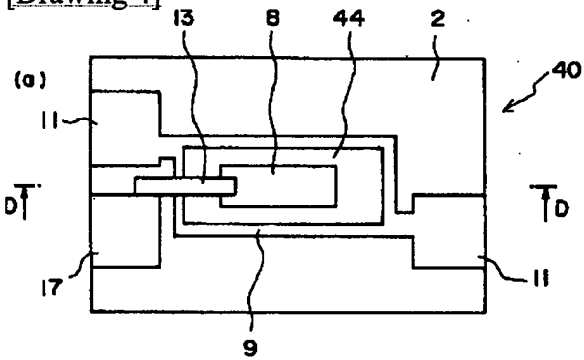


[Drawing 3]



36 : 酸化亜鉛圧電体

[Drawing 4]



42 : 第1の酸化亜鉛圧電体
44 : 第2の酸化亜鉛圧電体